

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-189527

(43)Date of publication of application : 10.07.2001

(51)Int.Cl.

H01S 5/20  
H01S 5/183  
H01S 5/30

(21)Application number : 11-373059

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 28.12.1999

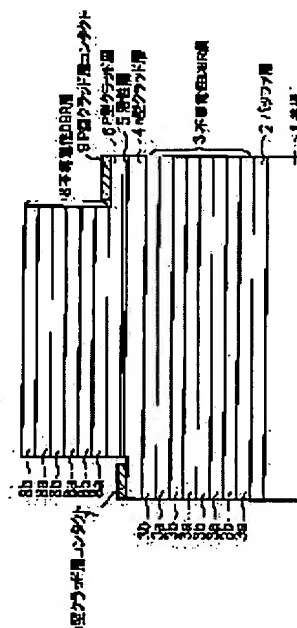
(72)Inventor : JOHN LENEY

## (54) SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To uniformly inject a current.

SOLUTION: The semiconductor light-emitting device has an active layer 5, a clad layer 4 being formed on the underside of the active layer 5 and supplying the active layer 5 with electrons, and a clad layer 6 being formed on the top face of the active layer 5 and supplying the active layer 5 with holes, light is generated in the active layer 5 by making a current flow between the clad layer 4 and the clad layer 6, and the clad layer 4 and the clad layer 6 are composed of a conductive polymer oriented in parallel with interfaces with the active layers 5, respectively.



BEST AVAILABLE COPY

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.09.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3515461

[Date of registration] 23.01.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] A barrier layer and the lower carrier diffusion layer which is formed in the underside of this barrier layer and supplies a carrier to this barrier layer, It comes to provide the up carrier diffusion layer which is formed in the top face of said barrier layer, and supplies the carrier of a reverse conductivity type to this barrier layer with said lower carrier diffusion layer. Light is generated in said barrier layer by passing a current between said lower carrier diffusion layer and said up carrier diffusion layer. Said lower carrier diffusion layer and said up carrier diffusion layer Semi-conductor luminescence equipment characterized by consisting of a conductive polymer which carried out orientation at parallel at the interface with said barrier layer, respectively.

[Claim 2] Semi-conductor luminescence equipment according to claim 1 characterized by coming to form non-conductivity DBR structure in the top face of said up carrier diffusion layer, and the underside of said lower carrier diffusion layer.

[Claim 3] The conductive polymer of said lower carrier diffusion layer is semi-conductor luminescence equipment according to claim 1 characterized by making the include angle of the conductive polymer of said up carrier diffusion layer, 45 degrees, or 135 degrees, and coming to carry out orientation.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the semi-conductor luminescence equipment whose uniform current impregnation is attained.

[0002]

[Description of the Prior Art] The surface emission-type laser device mold structure constituted with the semi-conductor of both inorganic and organic laser is indicated by V.G.Kozlov et al., J.Appl.Phys., and 84 8 (1998). However, since it is necessary to enable current impregnation uniform in order to prevent generating of superfluous heat, all such structures are restricted.

[0003] Drawing 8 is drawing showing the 1st example of the conventional typical surface-emitting type semiconductor laser diode. Among drawing, 41 show n mold substrate, and n mold contact field 42, the n mold DBR layer 43, n mold cladding layer 44, a barrier layer 45, p mold cladding layer 46, the p mold DBR layer 47, and p mold contact layer 48 carry out the laminating of them to the main front face of this n mold substrate 41 one by one, and they are formed in it. On p mold contact layer 48, p mold metal contact 49 is formed selectively. Moreover, n mold metal contact 50 is formed in the rear face of n mold substrate 41.

[0004] The n mold DBR layer 43 is the DBR mirror structure formed by carrying out the laminating of the two different semi-conductor layers 43a and 43b by turns, and is the DBR mirror structure where the p mold DBR layer 47 carried out the laminating of the two different semi-conductor layers 47a and 47b by turns similarly, and was formed.

[0005] In this surface-emitting type laser diode, both the DBR structures (the p mold DBR layer 43 and n mold DBR layer 47) formed in barrier layer 45 an upside and the bottom are conductivity, and, generally p mold contact layer 48 has very low specific resistance as compared with resistance of a DBR laminated structure. Thereby, a uniform current is poured in to a barrier layer 45, and uniform field luminescence of a laser beam is obtained. However, if the periphery of the bleedoff field of a laser beam becomes larger than 3 micrometers, the problem by which a laser beam is not emitted to homogeneity will arise.

[0006] Moreover, an inorganic material can be considered as a semi-conductor layer which constitutes these conductive DBR layers 43 and 47. usually, the laminated structure which piled up by turns the semi-conductor layer from which DBR structure differs -- needing -- \*\*\*\*\* -- although it is necessary to gather a reflection factor and to realize effective slight optical closing depth since the level needed for semi-conductor layers emitting laser is reached, the laminated structure which consists of combination of the large ingredient of the difference of a refractive index for that purpose is needed. However, in taking the large difference of a refractive index, one ingredient has high resistance, therefore has the trouble that heat occurs superfluously in equipment. therefore, since it combines, there is multistage pile \*\*\*\*\* about the becoming laminated structure which is not so large as for the difference of a refractive index. In order for an inorganic material to realize this, the laminated structure of about at least 30 layers is needed. In order to manufacture such a laminated structure, complicated

processes, such as a MOCVD process, and time amount are needed. Moreover, when the laminated structure of no less than at least 30 layers is prepared in this way, on the occasion of current impregnation, resistance becomes high as a result, and generating of heat cannot be controlled.

[0007] Then, the laser diode using non-conductivity DBR structure as shown in drawing 9 is devised. Drawing 9 is drawing showing the 2nd example of the conventional typical semiconductor laser diode. Among drawing, 41 show n mold substrate, and n mold contact field 42, the n mold DBR layer 43, n mold cladding layer 44, a barrier layer 45, and p mold cladding layer 46 carry out the laminating of them to the main front face of this n mold substrate 41 one by one, and they are formed in it. And on this p mold cladding layer 46, the non-conductivity DBR layer 51 was formed selectively, and the both-ends front face of p mold cladding layer 46 is exposed. The cladding layer contact 52 is formed in the front face which p mold cladding layer 46 exposed.

[0008] The n mold DBR layer 43 is the DBR mirror structure formed by carrying out the laminating of the two different semi-conductor layers 43a and 43b by turns, and is the DBR mirror structure where the non-conductivity DBR layer 51 carried out the laminating of the two different semi-conductor layers 51a and 51b by turns similarly, and was formed. By using the non-conductivity DBR structure shown in this drawing 9, generating of heat can be controlled rather than the case of conductive DBR structure. since [ moreover, ] the laminated structure of the semi-conductor layer which constitutes DBR structure is realizable using the oxide of non-conductivity -- optical closing at 5 or about six layers with the laminated structure effective enough -- deeper effectiveness is done so.

[0009] However, the structure which makes uniform current impregnation difficult has the fault of this non-conductivity DBR structure. Although current impregnation is possible for the case of conductive DBR structure through the DBR structure, non-conductivity DBR structure cannot pour in a current through the DBR structure. Therefore, it is a cladding layer front face and it is necessary to form the contact for current impregnation in an equipment flank. Such structure bars uniform current impregnation.

[0010] This uneven current impregnation is explained by drawing 10. Drawing 10 is drawing showing the current impregnation actuation from the cladding layer to a barrier layer, and in the case of conductivity [ non- ], since it is easy, it explains vertical DBR structure. About a cladding layer 4, it is arranged on the left-hand side of [ this ] drawing, and the contacts 7 and 9 which supply a current to a cladding layer are arranged on the right-hand side of [ this ] drawing about a cladding layer 6.

[0011] As shown in drawing 10, when the conductivity in a cladding layer 4 and 6 is equal, current impregnation will concentrate on a certain location about a direction vertical to an parallel direction to the interface of a barrier layer 5 and cladding layers 4 and 6. When shown in drawing 10, as compared with the upper cladding layer 6, the case where resistance of the lower layer cladding layer 4 is high is shown, and a current concentration field visits this drawing left-hand side rather than the core of a barrier layer 5. This is for a current to flow a part with the lowest resistance, when the current path between the both is considered in view of a cladding layer 4 and a cladding layer 6. Thus, if current impregnation becomes an ununiformity, life time becomes short, or high threshold current density will be caused and superfluous heat will occur.

[0012]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, when a conductive thing is used as DBR structure in the case of the luminescence equipment using the DBR structure of the conventional surface-emitting type, there is multistage pile \*\*\*\*\* about the laminated structure which has a different refractive index. When the non-conductivity DBR structure devised on the other hand in order to lessen the number of stages of a laminated structure is used, uniform current impregnation is difficult.

[0013] The place which it was made in order that this invention might solve the above-mentioned technical problem, and is made into the object is to offer the semi-conductor luminescence equipment which enables uniform current impregnation.

[0014]

[Means for Solving the Problem] The lower carrier diffusion layer which the semi-conductor luminescence equipment concerning this invention is formed in the underside of a barrier layer and this

barrier layer, and supplies a carrier to this barrier layer, The up carrier diffusion layer which is formed in the top face of said barrier layer, and supplies the carrier of a reverse conductivity type to this barrier layer with said lower carrier diffusion layer, Light is generated in said barrier layer by coming to provide and passing a current between said lower carrier diffusion layer and said up carrier diffusion layer. Said lower carrier diffusion layer and said up carrier diffusion layer are characterized by consisting of a conductive polymer which carried out orientation at parallel at the interface with said barrier layer, respectively.

[0015] Desirably, it comes to form non-conductivity DBR structure in the top face of an up carrier diffusion layer, and comes to form non-conductivity DBR structure in the underside of a lower carrier diffusion layer.

[0016] Moreover, it comes for a barrier layer to be constituted by the organic material desirably.

[0017] (Operation) A conductive polymer is used for the carrier diffusion layer which sandwiches a barrier layer in this invention. Moreover, parallel are made to carry out orientation of the chain structure which constitutes this conductive polymer to an interface with a barrier layer. Thus, when orientation of the polymer is carried out, the conductive mechanism which governs a carrier diffusion layer is mainly divided roughly into the electric conduction mechanism of a direction vertical to the interface of the electric conduction mechanism of a direction parallel to an interface with a barrier layer, and a barrier layer. In the direction where the current poured into a carrier diffusion layer is parallel to an interface with a barrier layer, the amount of currents of a direction vertical to an interface becomes very small to flowing greatly in accordance with the above-mentioned chain structure. Therefore, it functions as a current impregnation barrier layer to the direction where this chain structure is vertical to an interface with a barrier layer, and the homogeneity within a field of the current impregnation in a carrier diffusion layer is secured. Therefore, uniform luminescence is obtained from a barrier layer. Moreover, the output characteristics as semi-conductor luminescence equipment obtained have luminous efficiency dramatically higher than equipment conventionally, and the low threshold current density for obtaining light emission is obtained, and driver voltage also falls.

[0018] In adopting non-conductivity DBR structure especially, it does bigger effectiveness so. That is, although it is necessary to perform current impregnation with the luminescence equipment of non-conductivity DBR structure, without forming the contact for current impregnation in an equipment flank, and minding DBR structure, current impregnation sufficiently uniform such even case is secured.

[0019] Moreover, by setting mutually the direction of orientation of the long-chain-like structure in the polymer of the carrier diffusion layer of the barrier layer upper and lower sides as 45 degrees thru/or 135 degrees, also in the part to which not only the both ends of long-chain-like structure but long-chain-like structure crosses, a current is poured in greatly, and the homogeneity of current impregnation can be raised further.

[0020] Furthermore, the constraint on a design decreases dramatically by using an organic material as an ingredient of a barrier layer. That is, when a semiconductor material constituted this barrier layer, the ingredient which can be used for a barrier layer by constraint of conditions, such as lattice matching, was restricted by the configuration of a cladding layer etc. Moreover, another ingredient system also as the whole equipment was required. On the other hand, also when there is dramatically little constraint of conditions, such as lattice matching, when an organic material is used, and shifting for example, from red laser to blue laser, it can respond simple by changing only a barrier layer into another ingredient.

[0021]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained, referring to a drawing.

[0022] (The 1st operation gestalt) Drawing 1 is drawing showing the whole semi-conductor luminescence equipment configuration concerning the 1st operation gestalt of this invention. Among drawing, one shows the substrate which consists of glass or sapphire, and a buffer layer 2 and the non-conductivity DBR layer 3 carry out the laminating of it to the main front face of this substrate 1 one by one, and it is formed in it. On the non-conductivity DBR layer 3, n mold cladding layer 4 as a lower carrier diffusion layer which consists of a long-chain-like polymer which carried out orientation by the

various approaches of mentioning later is formed. And on this n mold cladding layer 4, the barrier layer 5 and p mold cladding layer 6 as an up carrier diffusion layer were formed selectively, and the piece edge front face of n mold cladding layer 4 is exposed. n mold cladding layer contact 7 is formed in the front face which n mold cladding layer 4 exposed. Moreover, on p mold cladding layer 6, the non-conductivity DBR layer 8 was formed selectively, and the piece edge front face of p mold cladding layer 6 is exposed. p mold cladding layer contact 7 is formed in the front face which p mold cladding layer 6 exposed. In addition, a buffer layer 2 may be omitted when unnecessary.

[0023] The non-conductivity DBR layer 3 is the DBR mirror structure formed by carrying out the laminating of the two different semi-conductor layers 3a and 3b by turns, and is the DBR mirror structure where the non-conductivity DBR layer 8 carried out the laminating of the two different semi-conductor layers 8a and 8b by turns similarly, and was formed.

[0024] The focus of this operation gestalt is in the point using the matter of an anisotropy about conductivity at the cladding layers 4 and 6 prepared as a current impregnation layer. By taking such a configuration, uniform impregnation is obtained through the impregnation contacts 7 and 9 formed in the flank of equipment to a barrier layer 5.

[0025] As for each configuration, the following matter kinds and the manufacture approach are used in order to have such the focus.

[0026] The long-chain polymer matter is used for cladding layers 4 and 6 as matter which has an anisotropy about conductivity. As such conductive polymer matter, they are polyacethylene (PA) and Pori (p-phenylene sulfide (PPP), poly(p-phenylene) (PPS), polypyrrole (PPY), the poly thiophene (Pth), etc. are used, and orientation of the chain is carried out in the direction of 1 within these polymers by the dope using ingredients, such as I<sup>3</sup>-, AsF<sub>6</sub>-, BF<sub>4</sub>-, and K+.), for example.

[0027] The reason for using the long-chain polymer matter for cladding layers 4 and 6 is explained using drawing 2. Drawing 2 is drawing showing the electric conduction mode of a long-chain-like polymer in which it was made to grow up by the usual approach. A long-chain-like polymer consists of two or more crystallines 21 shown in drawing 2. This crystalline 21 has two or more long-chain-like structures 22 formed when a monomer carries out a polymerization. In such a long-chain-like polymer, three electric conduction modes 23a-23c are mainly obtained. These three electric conduction modes 23a-23c are mostly distributed in a long-chain-like polymer regardless of orientation at homogeneity, and are measured regardless of a direction.

[0028] Electric conduction mode 23a is the mode with the direction which was generated in the crystalline 21 and met in the expanding direction of the chain of the long-chain-like structure 22, and is the most important and conductive high mode among the three modes. It is generated in crystalline 23b like mode 23a, and electric conduction mode 23b defines the conductivity between long-chain-like structure 22 comrades. Thus, in the perfect crystalline 21 of the matter, only the electric conduction modes 23a and 23b exist. Moreover, within a crystalline 21, since all the long-chain-like structures 22 are carrying out orientation along the same direction, conductivity has a high anisotropy.

[0029] Moreover, in the polycrystal matter, a void exists between crystalline 21 comrades and electric conduction mode 23c arises by this void. Therefore, electric conduction mode 23c is produced between crystalline 21 comrades. Thus, in the long-chain-like polymer grown up by the usual process, conductivity becomes settled with the combination in three electric conduction modes, and conductivity becomes high rather than the value of the matter original as a whole. Moreover, as for the long-chain-like structure 22, the orientation differs every crystalline 21 by which the structure 22 is included.

[0030] Then, orientation of the crystalline 21 is carried out along the drawing direction, and the orientation of the long-chain-like structure 22 in a crystalline 21 is made to carry out in the drawing direction altogether in the cladding layers 4 and 6 of this operation gestalt by extending the polymer at the time of solidifying from two locations which counter, for example on both sides of a long-chain-like polymer. The thin film electric conduction mode 23a as shown in drawing 2 (b) carried out [ the thin film ] orientation in the single direction by this is obtained. Although this electric conduction mode 23a changes with target polymers, it has hundreds times bigger conductivity as compared with electric conduction mode 23b. Thereby, cladding layers 4 and 6 serve as matter which has a very high

anisotropy. Moreover, the cladding layers 4 and 6 which have an anisotropy not only by the approach of making a polymer extending from a 2-way but by other approaches can be manufactured. For example, a solid chain structure front face may be made to produce friction using the quality of a blanket-like object which does not have electrostatic charge. In this case, long-chain-like structure carries out orientation along the direction which produces that friction according to a fricative degree. Moreover, in the polymer which has a polarity electrically, a liquid-like polymer may be pinched and an electrical potential difference may be impressed to a polymer from two locations which counter. In this case, the polymer in which long-chain-like structure carried out orientation about conductivity can be obtained by impressing an electrical potential difference by the long-chain-like structure in a polymer carrying out orientation, and making it dry in the state of that orientation. In addition, as for the chain length of this long-chain-like structure, it is desirable that it is 10nm - 2 micrometers.

[0031] Moreover, although it exists variously as a candidate of a barrier layer 5 according to the bleedoff wavelength needed for example, Alq3 (tris - (8-hydroxy kino RINARU minium) --) by which DCM (other colors) was doped The 4 and 4'-JI (N-carbazole) biphenol by which couramin47 (other colors) was doped, There is polyurethane by which PPV (Pori (p-phenylene vinylene)) was doped or PBD (2-(4-biphenyl)- 5-(4-t-buthylphenyl)- 1, 3, 4-OKISA diazole) was doped. In addition, optical gain also with not those that are limited to what was these-enumerated but other organic conductive material and mineral matter expensive enough is acquired. The cladding layer contacts 6 and 7 are obtained by ITO, Au/Zn, etc.

[0032] In the semi-conductor luminescence equipment constituted as mentioned above, if an electrical potential difference is impressed between n mold cladding layer contact 7 and p mold cladding layer contact 9, from p mold cladding layer 6, an electron hole will be supplied for a hole to a barrier layer 5 from n mold cladding layer 4. In a barrier layer 5, when these holes and an electron hole recombine, light occurs. Among the non-conductivity DBR layers 3 and 8, this light repeats an echo, is amplified and is emitted as a laser beam from the top face of the non-conductivity DBR layer 8.

[0033] Next, the current impregnation actuation to a barrier layer 5 from the cladding layers 4 and 6 constituted with the above-mentioned thin film which has an anisotropy about conductivity is explained using drawing 3.

[0034] The barrier layer 5 used as a light emission field is inserted by the cladding layers 4 and 6 which consist of high matter of the anisotropy mentioned above. Under the present circumstances, the direction the long-chain-like structure 22 in a crystalline 21 carries out [ a direction ] orientation becomes in parallel with the interface of a barrier layer 5 and cladding layers 4 and 6. Thus, the conductivity of a direction parallel to  $\mu_1$  and an interface is set to  $\mu_2$  for the conductivity of a direction parallel to the interface of the cladding layer 4 at the time of setting up an orientation side. Moreover, the conductivity of a direction vertical to  $\mu_3$  and an interface is set to  $\mu_4$  for the conductivity of a direction parallel to the interface of a cladding layer 6. As drawing 3 shows, it turns out that the conductivity  $\mu_1$  and  $\mu_3$  of each class of a direction parallel to an interface is very higher than the conductivity  $\mu_2$  and  $\mu_4$  vertical to an interface. Thus, the conductivity which met in the direction of the interface of these barrier layers 5 and cladding layers 4 and 6 becomes the highest. If it puts in another way, in the direction vertical to an interface, conductivity will become low relatively. Therefore, the current poured in from the contact 7 formed in the cladding layer 4 or the flank of 6 or 9 seldom flows in the direction vertical to the interface to flowing a cladding layer 4 or 6 along said interface. Therefore, after a current flows to homogeneity enough in the direction parallel to an interface, a current will be poured into homogeneity in the direction vertical to an interface at a barrier layer 5. Therefore, uniform light emission is obtained from a barrier layer 5.

[0035] Thus, according to this operation gestalt, conductivity increases rather than a direction vertical to a direction parallel to an interface with a barrier layer 5 by constituting by the long-chain-like polymer which carried out orientation of the cladding layers 4 and 6 to parallel in accordance with the interface with a barrier layer 5. Therefore, the uniform current to the barrier layer 5 from cladding layers 4 and 6 is acquired, and the uniform light emission from a barrier layer 5 is obtained further.

[0036] Especially, like this operation gestalt, with the luminescence equipment of non-conductivity



DBR structure, although it is necessary to perform current impregnation, without forming the contact for current impregnation in an equipment flank, and minding DBR structure, current impregnation sufficiently uniform such even case is secured. Moreover, when conductive DBR structure is used, a multistage laminated structure is needed and resistance becomes high by establishing a current impregnation path through the multistage laminated structure. On the other hand, with this operation gestalt, since current impregnation is performed without minding DBR structure, resistance of a current impregnation path is suppressed low and can control superfluous generating of the heat in equipment.

[0037] Moreover, the constraint on a design decreases dramatically by using an organic material as an ingredient of a barrier layer 5. That is, when a semiconductor material constituted this barrier layer, the ingredient which can be used for a barrier layer by constraint of conditions, such as lattice matching, was restricted by the configuration of a cladding layer etc. Moreover, another ingredient system also as the whole equipment was required. On the other hand, also when there is dramatically little constraint of conditions, such as lattice matching, when an organic material is used, and shifting for example, from red laser to blue laser, it can respond simple by using only a barrier layer as another ingredient.

[0038] (The 2nd operation gestalt) Drawing 4 is drawing showing the whole semi-conductor luminescence equipment configuration concerning the 2nd operation gestalt of this invention. Drawing 4 (a) is [ an A-A' sectional view and (c of a plan and (b)) ] B-B' sectional views. The same sign is given to the part which is common in the 1st operation gestalt, and detailed explanation is omitted. The focus of this operation gestalt is a point which made vertical the direction of the orientation of the cladding layer 4 formed in the barrier layer 5 bottom, and the cladding layer 6 formed in the upside.

[0039] It is the correlation of the direction of orientation of cladding layers 4 and 6, and arrangement of the cladding layer contacts 7 and 9 that this operation gestalt differs from the 1st operation gestalt.

[0040] Although it is the almost same configuration as the semi-conductor luminescence equipment of the 1st operation gestalt as shown in drawing 4 (b) and the sectional view of (c), arrangement of the cladding layer contacts 7 and 9 differs. In the case of the 1st operation gestalt, the cladding layer contacts 7 and 9 are arranged, respectively so that it sees from for example, an equipment top face, and may be a rectangle, and may be arranged in the location of the symmetry to the medial axis of the DBR layer 8 of the shape of the shape of a cylindrical shape, and a cone or the periphery section of the DBR layer 8 may be surrounded. On the other hand, with this operation gestalt, the cladding layer contacts 7 and 9 are arranged in the location which makes 90 degrees to the medial axis of the DBR layer 8, respectively.

[0041] Moreover, with the 1st operation gestalt, even if it was carrying out orientation of the letter structure of examination of the polymer of cladding layers 4 and 6 to the interface with a barrier layer 5 at parallel, respectively and having been seen from the equipment top face, the case where orientation was being carried out to parallel was shown. On the other hand, with this operation gestalt, although the point in which cladding layers 4 and 6 are carrying out orientation to the interface with a barrier layer 5 at parallel, respectively is the same as the 1st operation gestalt, if it sees from an equipment top face, both are doing orientation vertically. The cladding layer contacts 7 and 9 are arranged like drawing 4 (a), a cladding layer 4 is made into X shaft orientations, and, specifically, orientation of the cladding layer 6 is made to Y shaft orientations.

[0042] Drawing 5 is drawing showing the current impregnation actuation to a barrier layer 5 from the above-mentioned cladding layers 4 and 6. The barrier layer 5 used as a light emission field is inserted by the cladding layers 4 and 6 which consist of high matter of the anisotropy mentioned above. Under the present circumstances, the direction the long-chain-like structure 22 in a crystalline 21 carries out [ a direction ] orientation becomes in parallel with the interface of a barrier layer 5 and cladding layers 4 and 6. Thus, the conductivity of a direction parallel to  $\mu_1$  and an interface is set to  $\mu_2$  for the conductivity of a direction parallel to the interface of the cladding layer 4 at the time of setting up an orientation side. Moreover, the conductivity of a direction vertical to  $\mu_3$  and an interface is set to  $\mu_4$  for the conductivity of a direction parallel to the interface of a cladding layer 6.

[0043] As drawing 5 shows, it turns out that the conductivity  $\mu_1$  and  $\mu_3$  of each class of a direction parallel to an interface is very higher than the conductivity  $\mu_2$  and  $\mu_4$  vertical to an interface. Thus,



the conductivity which met in the direction of the interface of these barrier layers 5 and cladding layers 4 and 6 becomes the highest. If it puts in another way, in the direction vertical to an interface, conductivity will become low relatively. Therefore, the current poured in from the contact 7 formed in the cladding layer 4 or the flank of 6 or 9 seldom flows in the direction vertical to the interface to flowing a cladding layer 4 or 6 along said interface. This point is the same as the 1st operation gestalt.

[0044] In the cross section shown in this drawing even if parallel to an interface with a barrier layer 5, to the very high conductivity  $\mu_1$  being shown about a cladding layer 4, the conductivity of a cladding layer 6 is low, and conductivity is very high in the direction of the back from the near side of space with this operation gestalt.

[0045] Thus, the advantage of arranging vertically the direction of orientation of the polymer which constitutes cladding layers 4 and 6 is explained using drawing 6 (a) and (b), and drawing 6.

[0046] Drawing 6 (a) and (b) are the mimetic diagrams which looked at the polymer of the semiconductor luminescence equipment of this invention from the top face. 61 is the long-chain-like structure of the polymer of a cladding layer 4, and 62 is the long-chain-like structure of the polymer of a cladding layer 6, and (a) by the case where orientation of the long-chain-like structures 61 and 62 is being carried out to parallel Corresponding to the 1st operation gestalt, (b) corresponds to this operation gestalt by the case where the long-chain-like structures 61 and 62 are making and carrying out orientation of the perpendicular mostly. When using the polymer which has long-chain-like structure, in current impregnation, it has heterogeneity in micro, and the both ends (a circle shows to this drawing) of long-chain-like structure serve as the current peak point that current impregnation becomes the highest. Moreover, a current peak point arises also in the part which both long-chain-like structure sees and intersects from an equipment top face besides the both ends of long-chain-like structure. Therefore, a current peak point is distributed by the (b) in a field from (a) at homogeneity so that it may understand, even if it compares these drawing 6 (a) and (b). Therefore, the homogeneity within a field of current impregnation improves further by making the directions of orientation differ mutually. As a result, the homogeneity of luminescence improves further.

[0047] Drawing 7 is drawing showing the relation of the include angle and luminous efficiency which the direction of orientation of the cladding layers 4 and 6 near the medial axis of the cylindrical shape-like barrier layer 5 makes. As shown in drawing 7, when the direction of orientation makes 90 degrees mutually, luminous efficiency [ / near the medial axis of a barrier layer 5 ] is the highest. In addition, luminous efficiency shows the relative value which set the case of 90 degrees to 1.

[0048] In addition, with this operation gestalt, although the include angle which the direction of orientation of cladding layers 4 and 6 makes was made into 90 degrees, it is not limited to this. As for the include angle which the direction of orientation makes, it is desirable that it is the range of 45 degrees - 135 degrees. Moreover, it is desirable to make the location of contacts 7 and 9 change according to the direction of orientation of cladding layers 4 and 6. It is parallel to the direction of orientation of the polymer in a cladding layer, and, specifically, it is desirable to form the contact corresponding to the straight-line top which passes along the medial axis of a barrier layer 5.

[0049] This invention is not limited to the above-mentioned operation gestalt. For example, although the organic material was used as a barrier layer 5, it is not limited to this and an inorganic material can also be applied. Moreover, although each made non-conductivity the DBR layers 3 and 8 prepared in the upper layer and the lower layer of a barrier layer 5, it is not limited to this. This invention can be applied even when the upper layer, lower layer one side, or both sides is a conductive DBR layer.

[0050] For example, what is necessary is just to arrange the cladding layer of this operation gestalt similarly as cladding layers 44 and 46 shown in drawing 4, when the upper layer and a lower layer adopt conductive DBR structure. Moreover, what is necessary is just to arrange the cladding layer of this operation gestalt similarly to the cladding layers 44 and 46 shown in drawing 5, when a lower layer side is conductive DBR structure and an upper layer side is non-conductivity DBR structure.

[0051]

[Effect of the Invention] As explained in full detail above, it is manufacturing the device which can acquire the uniform bleedoff from a light emission field according to this invention, and this is made

using the conductive matter of an anisotropy. Therefore, an efficient field luminescence device is formed.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Drawing of longitudinal section showing the whole semi-conductor luminescence equipment configuration concerning the 1st operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] The mimetic diagram of the microphotography in which the configuration of the long-chain-like polymer in this operation gestalt is shown.

[Drawing 3] Drawing for explaining the current impregnation actuation to a barrier layer from the cladding layer in this operation gestalt.

[Drawing 4] Drawing showing the whole semi-conductor luminescence equipment configuration concerning the 2nd operation gestalt of this invention.

[Drawing 5] Drawing for explaining the current impregnation actuation to a barrier layer from the cladding layer in this operation gestalt.

[Drawing 6] Drawing for explaining the advantage which makes vertical orientation of the polymer of each cladding layer of the upper and lower sides of the diffusion layer in this operation gestalt.

[Drawing 7] Drawing showing the relation of the include angle and current impregnation consistency which the direction of orientation of the cladding layers of the barrier layer upper and lower sides in this operation gestalt makes.

[Drawing 8] Drawing of longitudinal section showing the whole surface-emitting type laser configuration which has the conventional conductive DBR structure.

[Drawing 9] Drawing of longitudinal section showing the whole surface-emitting type laser configuration having the conventional conductive DBR structure and non-conductivity DBR structure.

[Drawing 10] Drawing for explaining the trouble of the current impregnation in the conventional surface-emitting type laser.

[Description of Notations]

- 1 -- Substrate
  - 2 -- Buffer layer
  - 3 8 -- Non-conductivity DBR layer
  - 4 -- n mold cladding layer
  - 5 -- Barrier layer
  - 6 -- p mold cladding layer
  - 7 -- n mold cladding layer contact
  - 9 -- p mold cladding layer contact
  - 21 -- Crystalline
  - 22 -- Long-chain-like structure
  - 23a-23c -- Electric conduction mode
  - 61 -- Long-chain-like structure of a cladding layer 4
  - 62 -- Long-chain-like structure of a cladding layer 6
-

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

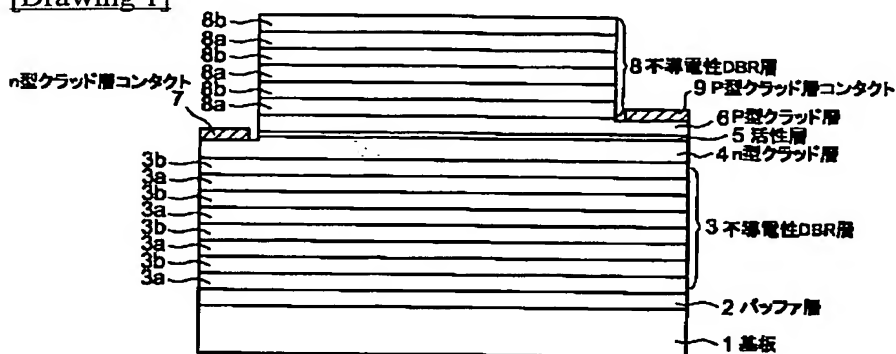
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

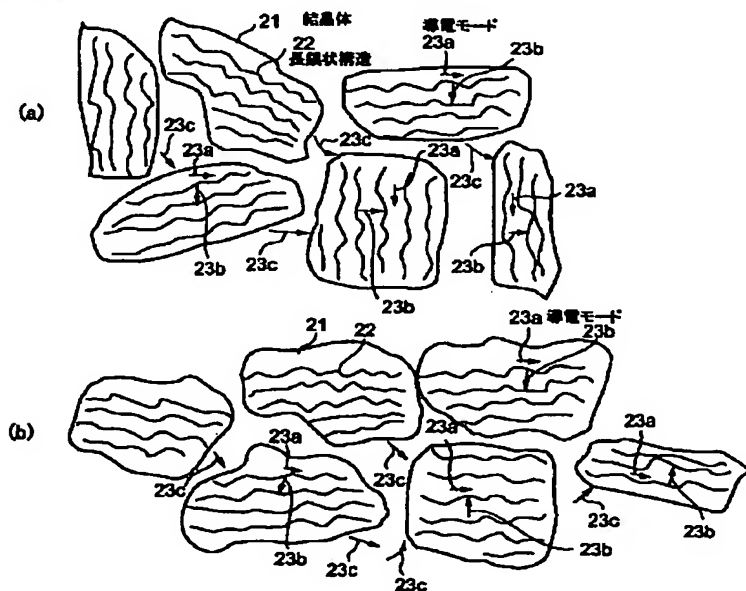
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

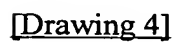
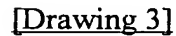
[Drawing 1]

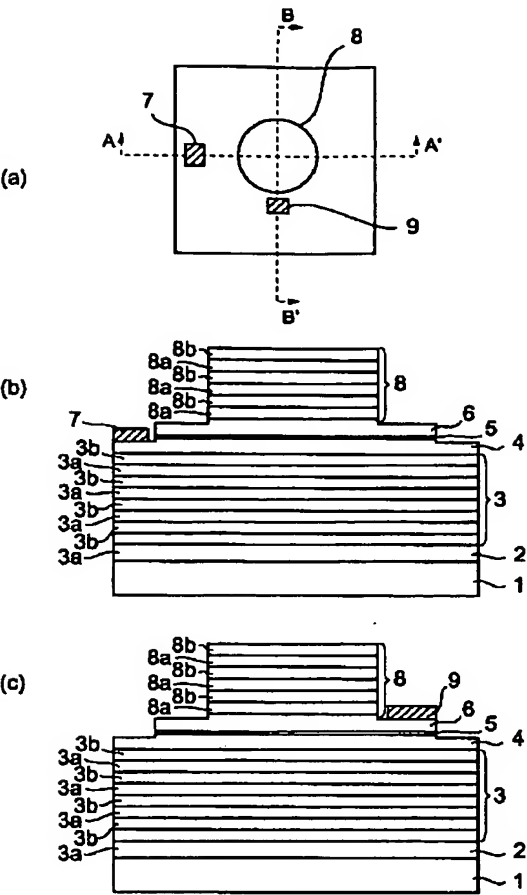


[Drawing 2]

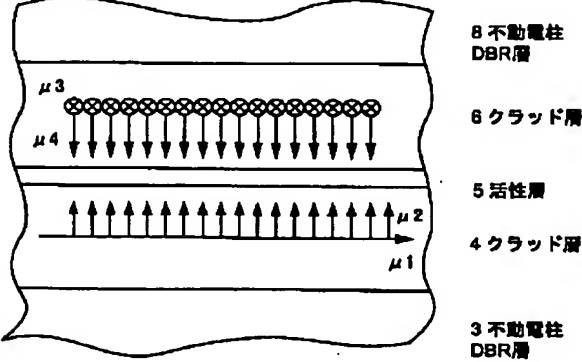


[Drawing 6]



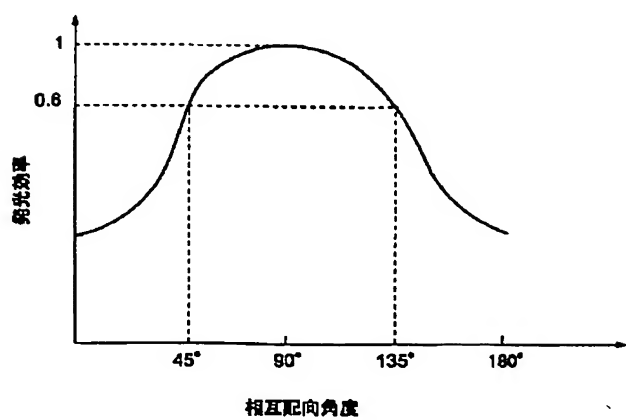


[Drawing 5]

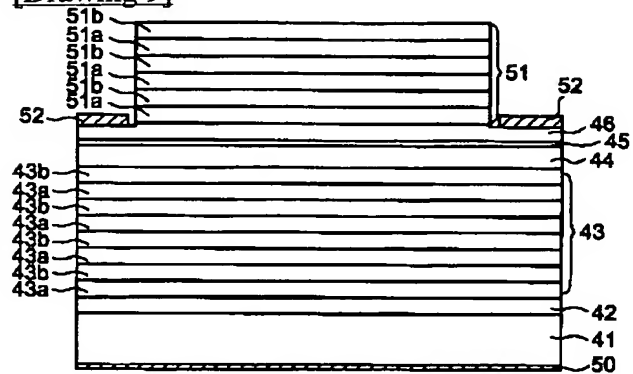


[Drawing 7]

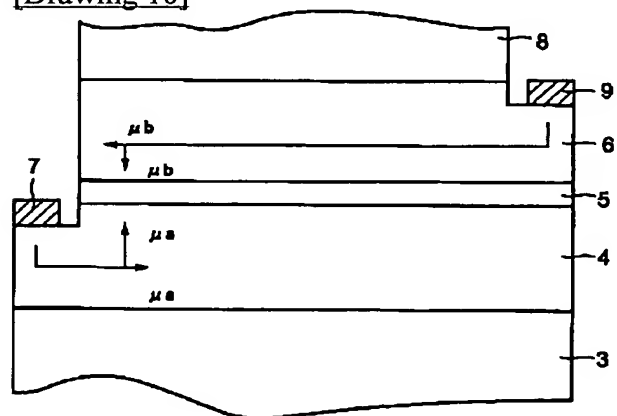




[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Translation done.]



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】 活性層と、

この活性層の下面に形成され、該活性層にキャリアを供給する下部キャリア拡散層と、

前記活性層の上面に形成され、前記下部キャリア拡散層とは逆導電型のキャリアを該活性層に供給する上部キャリア拡散層と

を具備してなり、

前記下部キャリア拡散層と前記上部キャリア拡散層の間で電流を流すことにより前記活性層中で光を発生させ、前記下部キャリア拡散層と前記上部キャリア拡散層は、それぞれ前記活性層との界面に平行に配向した導電性ポリマーからなることを特徴とする半導体発光装置。

【請求項 2】 前記上部キャリア拡散層の上面及び前記下部キャリア拡散層の下面には不導電性 DBR 構造が形成されてなることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体発光装置。

【請求項 3】 前記下部キャリア拡散層の導電性ポリマーは、前記上部キャリア拡散層の導電性ポリマーと 45°乃至 135°の角度をなして配向されてなることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体発光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、均一な電流注入が可能となる半導体発光装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】無機及び有機レーザ双方の、半導体により構成される面発光レーザデバイス型構造が、V.G.Kozlov et al., J. Appl. Phys., 84 8(1998)に開示されている。しかしながら、過剰な熱の発生を防止するために均一な電流注入を可能とする必要があるため、これらのすべての構造は制限される。

【0003】図 8 は、従来の典型的な面発光型半導体レーザダイオードの第 1 の例を示す図である。図中、41 は n 型基板を示しており、この n 型基板 41 の主表面には n 型コンタクト領域 42、n 型 DBR 層 43、n 型クラッド層 44、活性層 45、p 型クラッド層 46、p 型 DBR 層 47、p 型コンタクト層 48 が順次積層して形成されている。p 型コンタクト層 48 の上には p 型金属コンタクト 49 が選択的に形成されている。また、n 型基板 41 の裏面には、n 型金属コンタクト 50 が形成されている。

【0004】n 型 DBR 層 43 は 2 つの異なる半導体層 43a 及び 43b を交互に積層して形成された DBR ミラー構造であり、p 型 DBR 層 47 も同様に、2 つの異なる半導体層 47a 及び 47b を交互に積層して形成された DBR ミラー構造である。

【0005】この面発光型レーザダイオードにおいて、活性層 45 の上側及び下側に形成された DBR 構造 (p 型 DBR 層 43 及び n 型 DBR 層 47) はともに導電性

であり、p 型コンタクト層 48 は、一般に DBR 積層構造の抵抗に比較して非常に低い抵抗を有する。これにより、活性層 45 に対して均一な電流が注入され、レーザ光の均一な面発光が得られる。しかしながら、レーザ光の放出領域の円周が 3  $\mu$ m よりも大きくなると、レーザ光が均一に放出されない問題が生じる。

【0006】また、この導電性 DBR 層 43 及び 47 を構成する半導体層としては無機材料が考えられる。通常 DBR 構造は、異なる半導体層を交互に重ねた積層構造を必要とし、これら異なる半導体層同士はレーザを放出するのに必要とされるレベルに達するために反射率を上げて有効な光閉じこめを実現する必要があるが、そのためには屈折率の差の大きい材料の組み合わせからなる積層構造が必要となる。しかしながら、屈折率の差を大きくとる場合には、一方の材料は高い抵抗を有し、従って装置内に過剰に熱が発生するという問題点を有する。従って、それほど屈折率の差の大きくない組み合わせからなる積層構造を多段重ねる必要がある。これを無機材料で実現するためには、少なくとも 30 層程度の積層構造を必要とする。このような積層構造を製造するためには、MOCVD プロセス等複雑なプロセスと時間が必要となる。また、このように少なくとも 30 層もの積層構造を設けた場合、結果として電流注入に際して抵抗が高くなり、熱の発生は抑制できない。

【0007】そこで、図 9 に示すような不導電性 DBR 構造を用いたレーザダイオードが考案されている。図 9 は従来の典型的な半導体レーザダイオードの第 2 の例を示す図である。図中、41 は n 型基板を示しており、この n 型基板 41 の主表面には n 型コンタクト領域 42、n 型 DBR 層 43、n 型クラッド層 44、活性層 45、p 型クラッド層 46 が順次積層して形成されている。そして、この p 型クラッド層 46 の上には不導電性 DBR 層 51 が選択的に形成され、p 型クラッド層 46 の両端部表面は露出している。p 型クラッド層 46 の露出した表面にはクラッド層コンタクト 52 が形成されている。

【0008】n 型 DBR 層 43 は 2 つの異なる半導体層 43a 及び 43b を交互に積層して形成された DBR ミラー構造であり、不導電性 DBR 層 51 も同様に、2 つの異なる半導体層 51a 及び 51b を交互に積層して形成された DBR ミラー構造である。この図 9 に示す不導電性 DBR 構造を用いることにより、導電性 DBR 構造の場合よりも熱の発生を抑制できる。また、DBR 構造を構成する半導体層の積層構造は、不導電性の酸化物を用いて実現できるため、その積層構造は 5 あるいは 6 層程度で十分に有効な光閉じこめの効果を奏する。

【0009】しかしながら、この不導電性 DBR 構造の欠点は、均一な電流注入を困難にする構造にある。導電性 DBR 構造の場合は、その DBR 構造を介して電流注入が可能であるが、不導電性 DBR 構造は、その DBR 構造を介して電流を注入できない。従って、電流注入の

ためのコンタクトをクラッド層表面であって装置側部に設ける必要がある。このような構造は、均一な電流注入を妨げる。

【0010】この不均一な電流注入は図10により説明される。図10は、活性層へのクラッド層からの電流注入動作を示す図であり、簡単のため、上下DBR構造ともに不導電性の場合で説明する。クラッド層へ電流を供給するコンタクト7及び9は、クラッド層4については同図左側に、クラッド層6については同図右側に配置される。

【0011】図10に示すように、活性層5とクラッド層4及び6の界面に対して平行な方向と垂直な方向に関してクラッド層4及び6中の導電率が等しい場合、ある位置に電流注入が集中してしまう。図10に示す場合は、上層クラッド層6に比較して下層クラッド層4の抵抗が高い場合を示しており、電流集中領域は活性層5の中心よりも同図左側に寄る。これは、クラッド層4とクラッド層6からみてその両者間の電流経路を考えた場合、最も抵抗の低い部分を電流が流れようとするためである。このように電流注入が不均一になると、ライフタイムが短くなったり、高いしきい電流密度を引き起こして過剰な熱が発生する。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】上述したように従来の面発光型のDBR構造を用いた発光装置の場合、DBR構造として導電性のものを用いた場合には、異なる屈折率を有する積層構造を多段重ねる必要がある。一方、積層構造の段数を少なくするために考案された不導電性DBR構造を用いた場合には、均一な電流注入が困難である。

【0013】本発明は上記課題を解決するためになされたもので、その目的とするところは、均一な電流注入を可能とする半導体発光装置を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明に係る半導体発光装置は、活性層と、この活性層の下面に形成され、該活性層にキャリアを供給する下部キャリア拡散層と、前記活性層の上面に形成され、前記下部キャリア拡散層とは逆導電型のキャリアを該活性層に供給する上部キャリア拡散層と、を具備してなり、前記下部キャリア拡散層と前記上部キャリア拡散層の間で電流を流すことにより前記活性層中で光を発生させ、前記下部キャリア拡散層と前記上部キャリア拡散層は、それぞれ前記活性層との界面に平行に配向した導電性ポリマーからなることを特徴とする。

【0015】望ましくは、上部キャリア拡散層の上面には不導電性DBR構造が形成されてなり、下部キャリア拡散層の下面には不導電性DBR構造が形成されてなる。

【0016】また望ましくは、活性層は、有機材料によ

り構成されてなる。

【0017】（作用）本発明では、活性層を挟むキャリア拡散層に導電性ポリマーを用いる。また、この導電性ポリマーを構成する鎖状構造を、活性層との界面に平行に配向させる。このようにポリマーを配向させた場合、キャリア拡散層を支配する導電性メカニズムは、主として活性層との界面に平行な方向の導電メカニズムと活性層との界面に垂直な方向の導電メカニズムに大別される。キャリア拡散層に注入される電流は、活性層との界面に平行な方向には上記鎖状構造に沿って大きく流れるのに対して、界面に垂直な方向の電流量は非常に小さくなる。従って、この鎖状構造が活性層との界面に垂直な方向に対して電流注入バリア層として機能し、キャリア拡散層における電流注入の面内均一性が確保される。従って、活性層から均一な発光が得られる。また、得られる半導体発光装置としての出力特性は、従来装置よりも発光効率が非常に高く、かつ光放出を得るための低いしきい値電流密度が得られ、駆動電圧も低下する。

【0018】特に、不導電性DBR構造を採用する場合にはより大きな効果を奏する。すなわち、不導電性DBR構造の発光装置では、電流注入用コンタクトは装置側部に設けてDBR構造を介さずに電流注入を行う必要があるが、このような場合でも充分均一な電流注入が確保される。

【0019】また、活性層上下のキャリア拡散層のポリマー内の長鎖状構造の配向方向を互いに45°乃至135°に設定することにより、長鎖状構造の両端部のみならず長鎖状構造が交差する部位においても大きく電流が注入され、電流注入の均一性をさらに高めることができる。

【0020】さらに、活性層の材料として有機材料を用いることにより、設計上の制約が非常に少なくなる。すなわち、半導体材料によりこの活性層を構成する場合には、格子整合等の条件の制約により活性層に用いることのできる材料はクラッド層の構成等により制限されていた。また、装置全体としても別の材料系が必要であった。これに対して有機材料を用いた場合には、格子整合等の条件の制約が非常に少なく、また例えば赤色レーザから青色レーザにシフトする場合にも活性層のみを別の材料に変えることにより簡便に対応可能である。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の実施形態を説明する。

【0022】（第1実施形態）図1は本発明の第1実施形態に係る半導体発光装置の全体構成を示す図である。図中、1は例えばガラスあるいはサファイヤ等からなる基板を示しており、この基板1の主表面にはバッファ層2、不導電性DBR層3が順次積層して形成されている。不導電性DBR層3上には、後述する種々の方法により配向した長鎖状ポリマーからなる下部キャリア拡散

層としてのn型クラッド層4が形成されている。そして、このn型クラッド層4の上には活性層5及び上部キャリア拡散層としてのp型クラッド層6が選択的に形成され、n型クラッド層4の片端部表面は露出している。n型クラッド層4の露出した表面にはn型クラッド層コンタクト7が形成されている。また、p型クラッド層6の上には不導電性DBR層8が選択的に形成されp型クラッド層6の片端部表面は露出している。p型クラッド層6の露出した表面にはp型クラッド層コンタクト7が形成されている。なお、バッファ層2は不要な場合には省略してもよい。

【0023】不導電性DBR層3は2つの異なる半導体層3a及び3bを交互に積層して形成されたDBRミラー構造であり、不導電性DBR層8も同様に、2つの異なる半導体層8a及び8bを交互に積層して形成されたDBRミラー構造である。

【0024】本実施形態の特徴点は、電流注入層として設けられたクラッド層4及び6に導電率に関して異方性の物質を用いる点にある。このような構成をとることにより、活性層5に対して均一な注入が装置の側部に設けられた注入コンタクト7及び9を介して得られる。

【0025】このような特徴点を備えるべく、各構成は以下のような物質種、製造方法が用いられる。

【0026】クラッド層4及び6には、導電率に関して異方性を有する物質として、長鎖状のポリマー物質が用いられる。このような導電性のポリマー物質としては、例えばポリアセチレン(PA)、ポリ(p-フェニリンスルフィド(PPP)、ポリ(p-フェニリン)(PPS)、ポリピロール(PPY)、ポリチオフェン(Pt h)等が用いられ、 $I_3^-$ 、 $AsF_6^-$ 、 $BF_4^-$ 、 $K^+$ 等の材料を用いたドーブにより、これらポリマー内で鎖は一方向に配向する。

【0027】長鎖状のポリマー物質をクラッド層4及び6に用いる理由を図2を用いて説明する。図2は通常の方法により成長させた長鎖状ポリマーの導電モードを示す図である。長鎖状ポリマーは、図2に示す複数の結晶体21からなる。この結晶体21は、単量体が重合することにより形成される複数の長鎖状構造22を有する。このような長鎖状ポリマーでは、主に3つの導電モード23a~23cが得られる。これら3つの導電モード23a~23cは、配向に関係なく長鎖状ポリマー内にはほぼ均一に分布しており、方向に無関係に測定されるものである。

【0028】導電モード23aは、結晶体21内に生じ、長鎖状構造22の鎖の伸長方向に沿った方向を持つモードであり、3つのモード中最も重要且つ導電性の高いモードである。導電モード23bはモード23aと同様結晶体23b内に生じ、長鎖状構造22同士の間の導電率を定めるものである。このように、物質の完全な結晶体21内には導電モード23a及び23bのみが存在

する。また、結晶体21内ではすべての長鎖状構造22が同一の方向に沿って配向しているため、導電率は高い異方性を有する。

【0029】また、多結晶物質において、結晶体21同士の間にはボイドが存在し、このボイドにより導電モード23cが生じる。従って、導電モード23cは結晶体21同士間に生じる。このように、通常の製法により成長させた長鎖状ポリマーには3つの導電モードの組み合わせにより導電性が定まり、全体としてその物質本来の値よりも導電性が高くなる。また、長鎖状構造22は、その構造22が包含される結晶体21ごとにその配向が異なる。

【0030】そこで、本実施形態のクラッド層4及び6では、例えば長鎖状ポリマーを挟んで対向する2つの位置から固化する際のポリマーを延伸することにより、結晶体21を延伸方向に沿って配向させて結晶体21内の長鎖状構造22をすべて延伸方向に配向させる。これにより、図2(b)に示すような導電モード23aが単一の方向に配向した薄膜が得られる。この導電モード23aは、対象とするポリマーによって異なるが、導電モード23bに比較して数百倍大きな導電率を有する。これにより、クラッド層4及び6は非常に高い異方性を有する物質となる。また、2方向からポリマーを延伸させる方法のみならず、他の方法でも異方性を有するクラッド層4及び6を製造可能である。例えば、静電荷を有しない布状物質を用いて固体の鎖状構造表面に摩擦を生じさせてもよい。この場合、摩擦の度合いに応じてその摩擦を生じさせる方向に沿って長鎖状構造が配向していく。また、電氣的に極性を有するポリマーでは、液体状のポリマーを挟持し、2つの対向する位置からポリマーに対して電圧を印加しても良い。この場合、電圧を印加することによりポリマー中の長鎖状構造が配向し、その配向状態で乾燥させることにより、導電率に関して長鎖状構造が配向したポリマーを得ることができる。なお、この長鎖状構造の鎖長は、10nm~2μmであることが好ましい。

【0031】また、活性層5の候補としては、必要とされる放出波長に応じて種々存在するが、例えばDCM(や他の染料)がドーブされたAlq3(トリス-(8-ヒドロキシキノリン)アルミニウム)、couramin47(や他の染料)がドーブされた4,4'-ジ(N-カルバゾール)ビフェノール、PPV(ポリ(p-フェニリンビニレン))がドーブされ、又はPBD(2-(4-ビフェニル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール)がドーブされたポリウレタン等がある。なお、これら列挙したものに限定される者ではなく、他の有機導電物質や無機物質でも十分に高い光ゲインが得られる。クラッド層コンタクト6及び7は、ITO、Au/Zn等により得られる。

【0032】以上のように構成された半導体発光装置に

10

20

30

40

50

において、n型クラッド層コンタクト7及びp型クラッド層コンタクト9との間に電圧を印加すると、p型クラッド層6からはホールが、n型クラッド層4からは正孔が活性層5に供給される。活性層5では、これらホール及び正孔が再結合することにより光が発生する。この光は、不導電性DBR層3及び8の間で反射を繰り返し、増幅されて不導電性DBR層8の上面からレーザ光として放出される。

【0033】次に、導電率に関して異方性を有する上記薄膜により構成されるクラッド層4及び6から活性層5への電流注入動作を図3を用いて説明する。

【0034】光放出領域となる活性層5が、前述した異方性の高い物質からなるクラッド層4及び6で挟まれる。この際、結晶体21内の長鎖状構造22が配向する方向が、活性層5とクラッド層4及び6の境界面に平行になる。このように配向面を設定した場合のクラッド層4の境界面に平行な方向の導電率を $\mu_1$ 、境界面に平行な方向の導電率を $\mu_2$ とする。また、クラッド層6の境界面に平行な方向の導電率を $\mu_3$ 、境界面に垂直な方向の導電率を $\mu_4$ とする。図3から分かるように、境界面に平行な方向の各層の導電率 $\mu_1$ 及び $\mu_3$ は境界面に垂直な導電率 $\mu_2$ 及び $\mu_4$ よりも非常に高くなっているのが分かる。このように、これら活性層5とクラッド層4及び6の境界面の方向に沿った導電率が最も高くなる。換言すれば、境界面に垂直な方向には、導電性は相対的に低くなる。従って、クラッド層4又は6の側部に設けられたコンタクト7又は9から注入された電流は、クラッド層4又は6を前記境界面に沿って流れるのに対して、その境界面に垂直な方向にはあまり流れない。従って、境界面に平行な方向に充分均一に電流が流れた後に、境界面に垂直な方向に均一に活性層5に電流が注入されることとなる。従って、活性層5から均一な光放出が得られる。

【0035】このように本実施形態によれば、クラッド層4及び6を、活性層5との界面に沿って平行に配向した長鎖状ポリマーにより構成することにより、活性層5との界面に平行な方向に垂直な方向よりも導電率が高まる。従って、クラッド層4及び6からの活性層5への均一な電流が得られ、さらには活性層5からの均一な光放出が得られる。

【0036】特に、本実施形態のように不導電性DBR構造の発光装置では、電流注入用コンタクトは装置側部に設けてDBR構造を介さずに電流注入を行う必要があるが、このような場合でも充分均一な電流注入が確保される。また、導電性DBR構造を用いた場合には、多段積層構造が必要となり、その多段積層構造を介して電流注入経路が設けられることにより抵抗が高くなる。これに対して本実施形態ではDBR構造を介さずに電流注入を行うため、電流注入経路の抵抗が低く抑えられ、装置内の熱の過剰な発生を抑制することができる。

【0037】また、活性層5の材料として有機材料を用いることにより、設計上の制約が非常に少なくなる。すなわち、半導体材料によりこの活性層を構成する場合には、格子整合等の条件の制約により活性層に用いることのできる材料はクラッド層の構成等により制限されていた。また、装置全体としても別の材料系が必要であった。これに対して有機材料を用いた場合には、格子整合等の条件の制約が非常に少なく、また例えば赤色レーザから青色レーザにシフトする場合にも活性層のみを別の材料にすることにより簡便に対応可能である。

【0038】(第2実施形態) 図4は本発明の第2実施形態に係る半導体発光装置の全体構成を示す図である。図4(a)は上面図、(b)はA-A'断面図、(c)はB-B'断面図である。第1実施形態と共通する部分には同一符号を付し、詳細な説明は省略する。本実施形態の特徴点は、活性層5の下側に形成されたクラッド層4と上側に形成されたクラッド層6の配向の方向を垂直にした点である。

【0039】本実施形態と第1実施形態が異なるのは、クラッド層4及び6の配向方向の相互関係と、クラッド層コンタクト7及び9の配置である。

【0040】図4(b)及び(c)の断面図に示すように、第1実施形態の半導体発光装置とほぼ同じ構成であるが、クラッド層コンタクト7及び9の配置が異なる。第1実施形態の場合、クラッド層コンタクト7及び9は、例えば装置上面から見て方形であり、略円筒形状あるいは錐体状のDBR層8の中心軸に対して対称の位置に配置され、あるいは、そのDBR層8の周縁部を囲むようにそれぞれ配置されている。これに対して本実施形態では、DBR層8の中心軸に対して90°をなす位置にクラッド層コンタクト7及び9がそれぞれ配置されている。

【0041】また、第1実施形態では、クラッド層4及び6のポリマーの調査状構造はそれぞれ活性層5との界面に平行に配向しており、かつ装置上面から見ても平行に配向している場合を示した。これに対して本実施形態では、クラッド層4及び6がそれぞれ活性層5との界面に平行に配向している点は第1実施形態と同様であるが、装置上面から見ると両者は垂直に配向している。具体的には、図4(a)のようにクラッド層コンタクト7及び9が配置されており、クラッド層4はX軸方向に、クラッド層6はY軸方向に配向している。

【0042】図5は上記クラッド層4及び6から活性層5への電流注入動作を示す図である。光放出領域となる活性層5が、前述した異方性の高い物質からなるクラッド層4及び6で挟まれる。この際、結晶体21内の長鎖状構造22が配向する方向が、活性層5とクラッド層4及び6の境界面に平行になる。このように配向面を設定した場合のクラッド層4の境界面に平行な方向の導電率を $\mu_1$ 、境界面に平行な方向の導電率を $\mu_2$ とする。ま

た、クラッド層 6 の境界面に平行な方向の導電率を  $\mu_1$ 、境界面に垂直な方向の導電率を  $\mu_2$  とする。

【0043】図 5 から分かるように、境界面に平行な方向の各層の導電率  $\mu_1$  及び  $\mu_2$  は境界面に垂直な導電率  $\mu_2$  及び  $\mu_1$  よりも非常に高くなっているのが分かる。このように、これら活性層 5 とクラッド層 4 及び 6 の境界面の方向に沿った導電率が最も高くなる。換言すれば、境界面に垂直な方向には、導電性は相対的に低くなる。従って、クラッド層 4 又は 6 の側部に設けられたコンタクト 7 又は 9 から注入された電流は、クラッド層 4 又は 6 を前記境界面に沿って流れるのに対して、その境界面に垂直な方向にはあまり流れない。この点は第 1 実施形態と同じである。

【0044】本実施形態では、活性層 5 との境界面に平行であっても同図に示す断面では、クラッド層 4 に関しては非常に高い導電率  $\mu_1$  を示しているのに対して、クラッド層 6 は導電率は低く、紙面の手前側から奥方向に導電率が非常に高くなっている。

【0045】このようにクラッド層 4 及び 6 を構成するポリマーの配向方向を垂直に配置することの利点を図 6 (a) 及び (b)、図 6 を用いて説明する。

【0046】図 6 (a) 及び (b) は、本発明の半導体発光装置のポリマーを上面から見た模式図であり、61 はクラッド層 4 のポリマーの長鎖状構造、62 はクラッド層 6 のポリマーの長鎖状構造であり、(a) は長鎖状構造 61 及び 62 とともに平行に配向している場合で、第 1 実施形態に対応し、(b) は長鎖状構造 61 及び 62 がほぼ垂直をなして配向している場合で、本実施形態に対応する。長鎖状構造を有するポリマーを用いる場合、電流注入にはミクロ的に不均一性を有し、長鎖状構造の両端部 (同図に円で示す) が電流注入が最も高くなる電流ピーク点となる。また、長鎖状構造の両端部以外にも、両者長鎖状構造が装置上面から見て交差する部分でも電流ピーク点が生じる。従って、これら図 6 (a) 及び (b) を比較しても分かるように、電流ピーク点が (a) よりも (b) の方が面内に均一に分布する。従って、互いに配向方向を異ならしめることにより、電流注入の面内均一性がさらに向上する。結果として、発光の均一性がさらに向上する。

【0047】図 7 は、略円筒形状の活性層 5 の中心軸近傍のクラッド層 4 及び 6 の配向方向のなす角度と発光効率との関係を示す図である。図 7 に示すように、配向方向が互いに 90°をなす場合、活性層 5 の中心軸近傍における発光効率は最も高くなっている。なお、発光効率は、90°の場合を 1 とした相対値を示している。

【0048】なお、本実施形態ではクラッド層 4 及び 6 の配向方向のなす角度を 90°としたがこれに限定されない。配向方向のなす角度は 45°～135°の範囲であるのが好ましい。また、クラッド層 4 及び 6 の配向方向に応じてコンタクト 7 及び 9 の位置を変更させるのが

望ましい。具体的には、クラッド層中のポリマーの配向方向に平行で活性層 5 の中心軸を通る直線上に対応するコンタクトを設けるのが望ましい。

【0049】本発明は上記実施形態に限定されるものではない。例えば活性層 5 として有機材料を用いたが、これに限定されるものではなく、無機材料も適用可能である。また、活性層 5 の上層及び下層に設けられた DBR 層 3 及び 8 はいずれも不導電性としたが、これに限定されるものではない。上層あるいは下層の一方あるいは双方が導電性 DBR 層であった場合でも本発明を適用可能である。

【0050】例えば上層及び下層ともに導電性 DBR 構造を採用する場合、図 4 に示すクラッド層 4 4 及び 4 6 として本実施形態のクラッド層を同様に配置すればよい。また、下層側が導電性 DBR 構造、上層側が不導電性 DBR 構造の場合には、図 5 に示すクラッド層 4 4 及び 4 6 に本実施形態のクラッド層を同様に配置すればよい。

【0051】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、光放出領域からの均一な放出を得ることのできるデバイス製造することであり、これは異方性の導電性物質を用いてなされる。従って、高効率の面発光デバイスが形成される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 実施形態に係る半導体発光装置の全体構成を示す縦断面図。

【図 2】同実施形態における長鎖状ポリマーの構成を示す顕微鏡写真の模式図。

【図 3】同実施形態におけるクラッド層から活性層への電流注入動作を説明するための図。

【図 4】本発明の第 2 実施形態に係る半導体発光装置の全体構成を示す図。

【図 5】同実施形態におけるクラッド層から活性層への電流注入動作を説明するための図。

【図 6】同実施形態における拡散層の上下のクラッド層それぞれのポリマーの配向を垂直にする利点を説明するための図。

【図 7】同実施形態における活性層上下のクラッド層同士との配向方向のなす角度と電流注入密度との関係を示す図。

【図 8】従来の導電性 DBR 構造を有する面発光型レーザの全体構成を示す縦断面図。

【図 9】従来の導電性 DBR 構造と不導電性 DBR 構造を併せ持つ面発光型レーザの全体構成を示す縦断面図。

【図 10】従来の面発光型レーザにおける電流注入の問題点を説明するための図。

【符号の説明】

1…基板

2…バッファ層



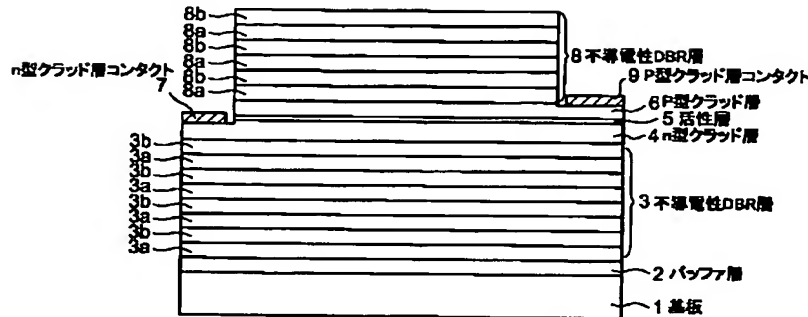
11

12

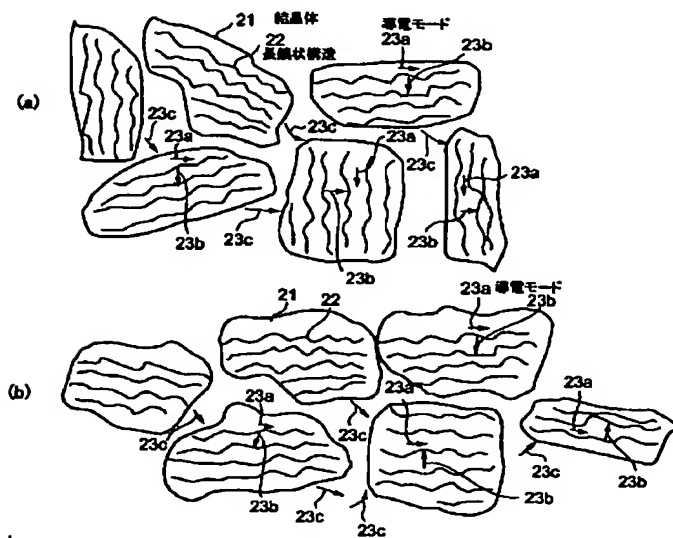
3, 8…不導電性DBR層  
 4…n型クラッド層  
 5…活性層  
 6…p型クラッド層  
 7…n型クラッド層コンタクト  
 9…p型クラッド層コンタクト

21…結晶体  
 22…長鎖状構造  
 23a～23c…導電モード  
 61…クラッド層4の長鎖状構造  
 62…クラッド層6の長鎖状構造

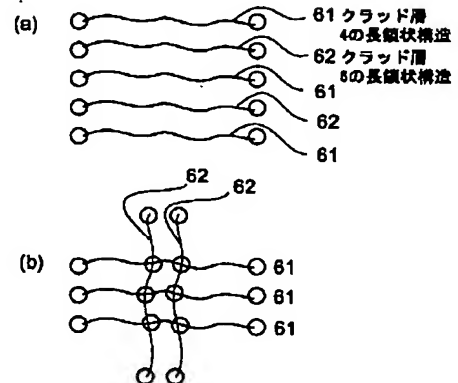
【図1】



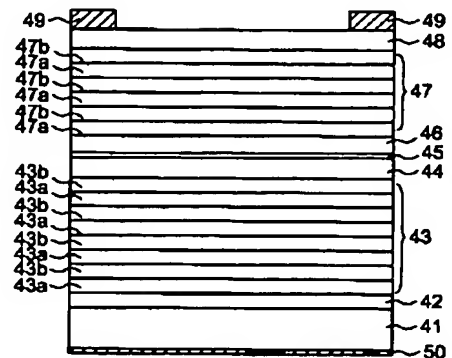
【図2】



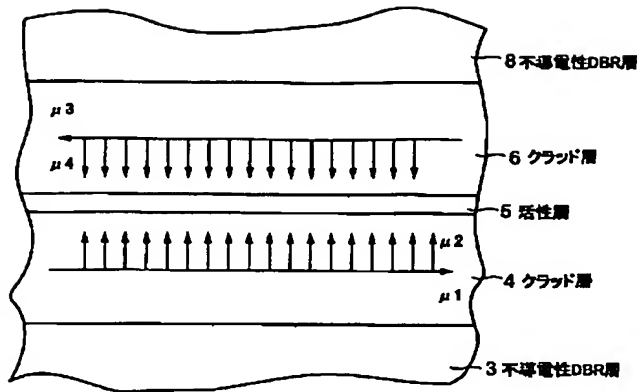
【図6】



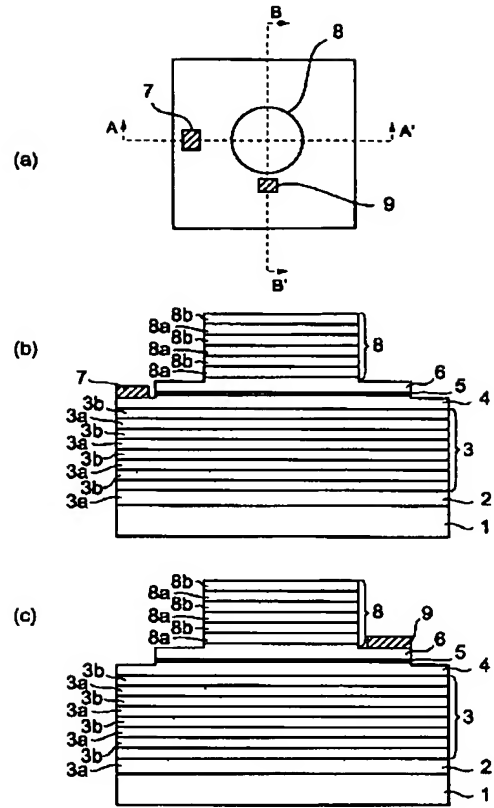
【図8】



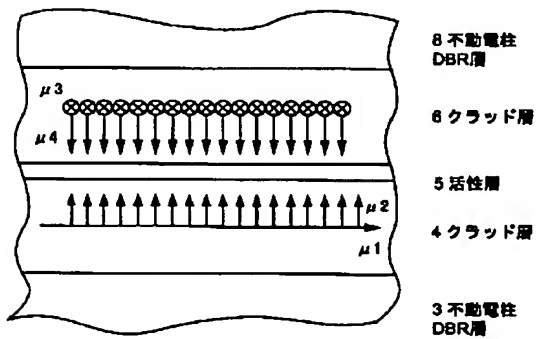
【図3】



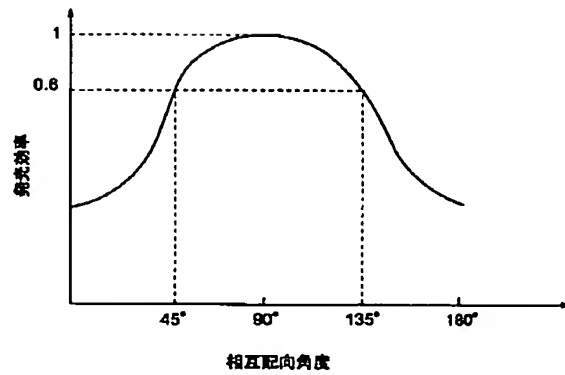
【図4】



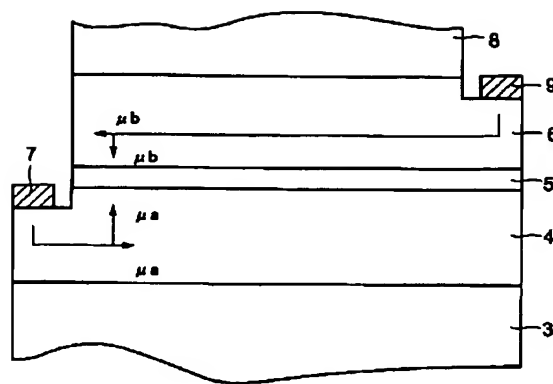
【図5】



【図7】



【図 10】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**